

ANNÉE 1960

THÈSE

N°

663

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Michèle Raymonde Andrée MERCIER-BERJAL
Externe des Hôpitaux de Paris

Née le 26 Août 1932, à Chatelus Malvaleix (Creuse)

Présentée et soutenue publiquement le 19

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA CORRÉLATION ENTRE LES DEUX
TESTS SPIROGRAPHIQUES ÉLÉMENTAIRES :

CAPACITÉ VITALE ET RAPPORT $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C. V.}$

Président : Monsieur le Professeur BAUMANN

Editeur : SIRCO-FRANCE
6, Quai du Marché-Neuf
PARIS 4^e

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS
Année 1960 T H E S E N°
pour le
DOCTORAT EN MEDECINE
(Diplôme d'Etat)
par

Michèle Raymonde Andrée MERCIER-BERJAL

Externe des Hopitaux de Paris

Née le 26 Aout 1932 à CHATELUS-MALVALEIX (Creuse)

Présentée et soutenue publiquement le

19

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE
LA CORRELATION ENTRE LES DEUX TESTS SPIROGRAPHIQUES
ELEMENTAIRES : CAPACITE VITALE ET RAPPORT $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$

Président: Monsieur le Professeur BAUMANN





Digitized by the Internet Archive
in 2026

A mon mari

A mon fils

A mes parents

A mon frère

A tous les miens

A Monsieur le Professeur BAUMANN
Professeur d'Anesthésiologie à la Faculté
de Médecine de PARIS

Membre de l'Académie de Chirurgie
Officier de la Légion d'Honneur.

Qui nous a fait l'honneur de
présider cette thèse,
qu'il veuille bien accepter
respectueux remerciements

A Monsieur le Docteur DRUTEL
Attaché de recherches à l'Institut National
d'Hygiène.

Chef du Laboratoire d'exploration
fonctionnelle pulmonaire et cardio-vasculaire
de l'Hôpital BEAUJON.

Qui nous a guidé dans ce travail,
Qu'il soit assuré de notre très profonde gratitude.

A Monsieur le Docteur MAGNIN
Licencié ès sciences,
Chargé de cours de Chimie Biologique à l'école de
médecine de plein exercice de BESANCON.

Que nous remercions de sa collaboration.

A mes Maîtres d'Externat dans les Hôpitaux de PARIS :

- 1954 Monsieur le Professeur HEUYER
 Monsieur le Docteur RICHARD
- 1955 Monsieur le Professeur Agrégé BROCARD
 Monsieur le Docteur BOUSSER
- 1956 Monsieur le Professeur DELAY
 Monsieur le Docteur LAYANI
- 1957 Monsieur le Docteur MICHON
 Monsieur le Professeur MENEGAUX in mémoriam
- 1958 Monsieur le Professeur QUENU
 Monsieur le Docteur SAUVAGE .

A mes Maîtres d'Anesthésie dans les Hôpitaux
de PARIS :

- Monsieur le Docteur André DURANTEAU
Madame le Docteur G. LABORIT
Madame le Docteur WAPLER
Monsieur le Docteur ANGLADE .

INTRODUCTION

L'étude de la ventilation pulmonaire a fait d'énormes progrès depuis l'époque où, en 1846, HUTCHINSON avait défini la CAPACITE VITALE. Celle-ci est restée pendant de longues années le principal critère de l'examen fonctionnel pulmonaire.

Cependant, les nécessités d'une exploration plus poussée, réclamée en particulier par les progrès de la chirurgie thoracique, ont amené à décrire d'autres épreuves et à définir d'autres constantes respiratoires.

Parmi ces épreuves, le VOLUME EXPIRATOIRE MAXIMUM SECONDE ou V.E.M.S., est un test couramment utilisé à l'heure actuelle.

Plus encore, pour éviter les erreurs tenant aux caractères anthropométriques des sujets examinés, le rapport $(\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.})$ a pris une importance considérable dans toutes les études de la ventilation pulmonaire. Ces diverses constantes ont déjà fait l'objet d'investigations expérimentales et cliniques nombreuses qui se sont attachées à préciser les facteurs dont elles dépendent, et les éléments qui les font varier chez l'individu sain ou pathologique.

Il est admis actuellement que toutes les épreuves spirométriques sont conditionnées par deux tests fondamentaux : la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$. Il fut démontré expérimentalement et par calcul, que la C.V., subordonnée aux possibilités d'extension et de rétraction des "alvéoles pulmonaires", est physiologiquement liée aux critères anthropométriques des individus, alors que le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ exprime la valeur fonctionnelle des résistances bronchiques et de l'élasticité du parenchyme. L'interprétation des résultats spirométriques, découle, en grande partie à l'heure présente, de la différence ainsi relevée dans la nature des facteurs physiopathologiques qui conditionnent la C.V., d'une part, le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ d'autre part.

Pour être assuré du bien fondé d'une telle interprétation, il est indispensable d'aborder, chez les sujets normaux, le problème de la liaison existant entre ces deux épreuves, pour confirmer éventuellement leur indépendance réciproque et donc celle des facteurs physiologiques auxquels elles semblent subordonnées. La nécessité d'une telle étude se fait d'autant plus sentir, que, chez les divers individus sains, les valeurs de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ varient dans de très larges limites.

Après un bref rappel d'un certain nombre de définitions, tant des constantes respiratoires, que des éléments de statistique indispensables au traitement de cas nombreux, la première partie de ce travail a pour objet, dans un groupe de 246 hommes adultes normaux, la recherche de la corrélation existant entre la C.V. et le Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, dans l'espoir

d'obtenir confirmation de l'indépendance des variations physiologiques de ces deux tests.

Faisant suite à une étude récente de Mademoiselle PENTHER, qui permit de montrer que la corrélation entre les deux critères spirographiques était absolument comparable dans l'emphysème et dans l'asthme, la deuxième partie a pour but d'étendre le problème, en recherchant si les perturbations des facteurs mécaniques, survenant chez les insuffisants ventilatoires, sont susceptibles de modifier la liaison existant physiologiquement entre les deux tests spirographiques élémentaires : la C.V. et le Rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$.

Le recrutement des sujets et des malades examinés, et la mesure des constantes spirographiques, ont été réalisés au Laboratoire d'exploration fonctionnelle pulmonaire et cardio-vasculaire de l'Hôpital Beaujon, dans les services de Monsieur le Professeur BAUMANN et de Monsieur le Docteur BENDA.

CHAPITRE I

NOTIONS DE SPIROGRAPHIE ELEMENTAIRE.

A/ POSITION DU PROBLEME

Grâce à la technique spirométrique, une série de critères peut être déterminée, dans le double but de déceler les insuffisances ventilatoires d'une part, et d'autre part, l'origine de ces insuffisances de façon grossière certes, mais toutefois instructive en clinique pneumologique.

1°) Les mesures de la ventilation Maxima, obtenues, soit directement, soit indirectement ($V.E.M.S. \times 30$, ou $V.E.M.S. \times 40$), mettent en évidence les troubles mécaniques de la ventilation pulmonaire et expriment le degré de ces troubles par la comparaison entre les chiffres théoriques et les chiffres observés.

2°) La ventilation Maxima est sous la dépendance directe et exclusive, pour un individu donné, des valeurs de la C.V. et du Rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$. Sa réduction, donc l'insuffisance ventilatoire spirométriquement décelée, peut être, de ce fait, secondaire :

a) soit à un syndrome type " restrictif ", lorsque le chiffre expérimentalement obtenu est inférieur au chiffre théorique de la C.V.

b) soit à un syndrome caractérisé par la diminution, au dessous de 70-65 %, du Rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$ et lié à l'augmentation des résistances ou à la réduction de l'élasticité.

Le but de ce travail étant de déterminer la liaison existant, physiologiquement et dans certaines conditions pathologiques, entre les deux tests qui conditionnent la ventilation Maxima, seuls seront envisagés dans ce chapitre, les principes fondamentaux concernant les deux critères élémentaires de la technique spirométrique.

B/ LA CAPACITE VITALE (C.V.)

La Capacité Vitale est " le plus grand volume gazeux qu'un sujet peut mobiliser à travers ses voies respiratoires, à la faveur d'une inspiration et d'une expiration complètes, consécutives ".

Cette définition comporte un certain nombre de conséquences :

1°) D'abord, le facteur temps n'intervient pas dans sa mesure; le temps mis par le sujet pour remplir son thorax et le vider n'est pas retenu, et, de ce fait, la Capacité Vitale n'est qu'un reflet infidèle de la fonction ventilatoire.

2°) D'autre part, on ne mesure qu'un volume en valeur absolue, et plutôt "une différence de volume" entre le volume du thorax en inspiration forcée (Vi), et le volume du thorax en expiration forcée (Ve), soit: $V_i - V_e$. Cette variation de volume, ce ΔV , ne rend donc compte ni du volume initial, ni du volume final.

On peut, ainsi, dans une première approximation, percevoir certaines des servitudes de la mesure de la C.V., dont la plus importante est liée au fait qu'elle dépend étroitement de facteurs anthropométriques: âge, sexe, taille surtout, et de facteurs tenant à l'entraînement et aux possibilités d'ampliation thoracique.

C'est ainsi qu'un adolescent bien entraîné pourra avoir la même capacité vitale qu'un adulte sédentaire. Un athlète aura une C.V. supérieure à celle d'un sujet normal, de même gabarit, mais non sportif.

Sa valeur est donc très variable d'un individu sain à l'autre. Chez l'homme adulte, par exemple, elle est comprise entre 3000 et 7000 ml. Subordonnée, nous l'avons vu, à divers critères anthropométriques dont le plus important est la taille, il en résulte que, chez un sujet donné, l'interprétation du chiffre observée nécessite sa comparaison avec sa valeur théorique, calculée à partir de formules établies statistiquement, en fonction des différents facteurs physiologiques de variation de la capacité vitale.

D'autre part la C.V. en elle-même, n'est pas représentative de la ventilation pulmonaire. En effet, le volume d'air mobilisé, mesuré par la C.V., ne tient pas compte de la répartition de l'air dans les alvéoles pulmonaires. De plus, ce qui fonctionnellement est intéressant à connaître est la quantité d'air utilisable par unité de temps au niveau des alvéoles, aussi bien au repos qu'à l'effort. Par le seul volume de la C.V. on ne peut en avoir une idée même approximative.

Un sujet sain et un sujet malade pourront avoir la même Capacité Vitale, alors que le premier aura une ventilation normale, et le second une ventilation parfaitement déficiente.

Pour ces deux raisons, la mesure de la Capacité vitale est assez imprécise et d'un intérêt limité.

$$C/ \frac{\text{LE RAPPORT } V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$$

Le Volume Expiratoire Maximum Seconde (V.E.M.S.) représente le volume gazeux expiré au cours de la première seconde d'une expiration complète et forcée, faisant suite à une inspiration complète! (fig. 1). Le facteur temps intervient donc dans ce critère; à priori, ce test doit avoir une valeur fonctionnelle ventilatoire plus grande que celle de la C.V. puisqu'il exprime un débit.

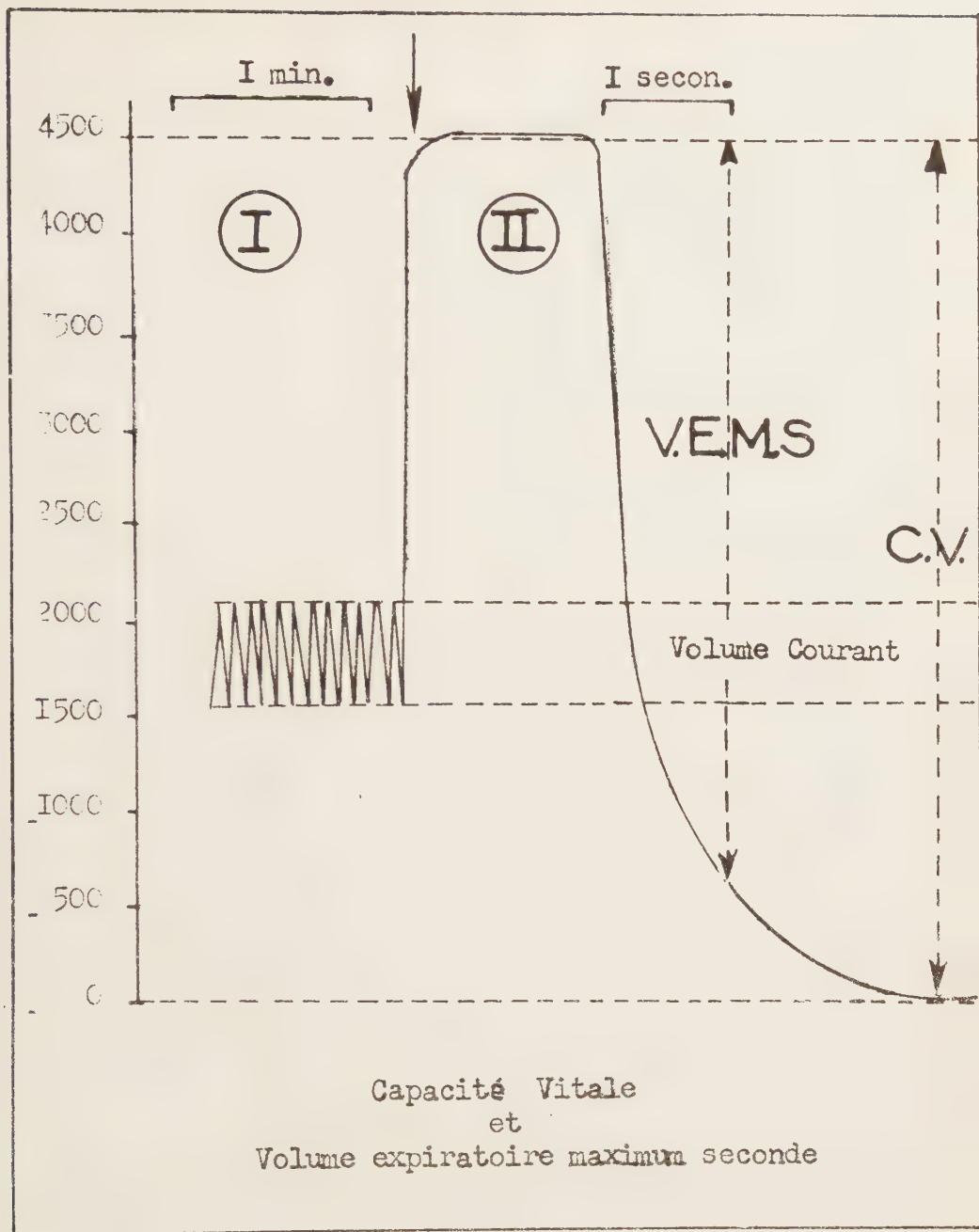


Figure I

La vitesse de rotation du cylindre d'enregistrement est maintenue à 3 cm./min. dans la partie gauche du tracé (en I), puis à partir de la flèche, elle est instantanément portée à 4 cm./sec. (en II).

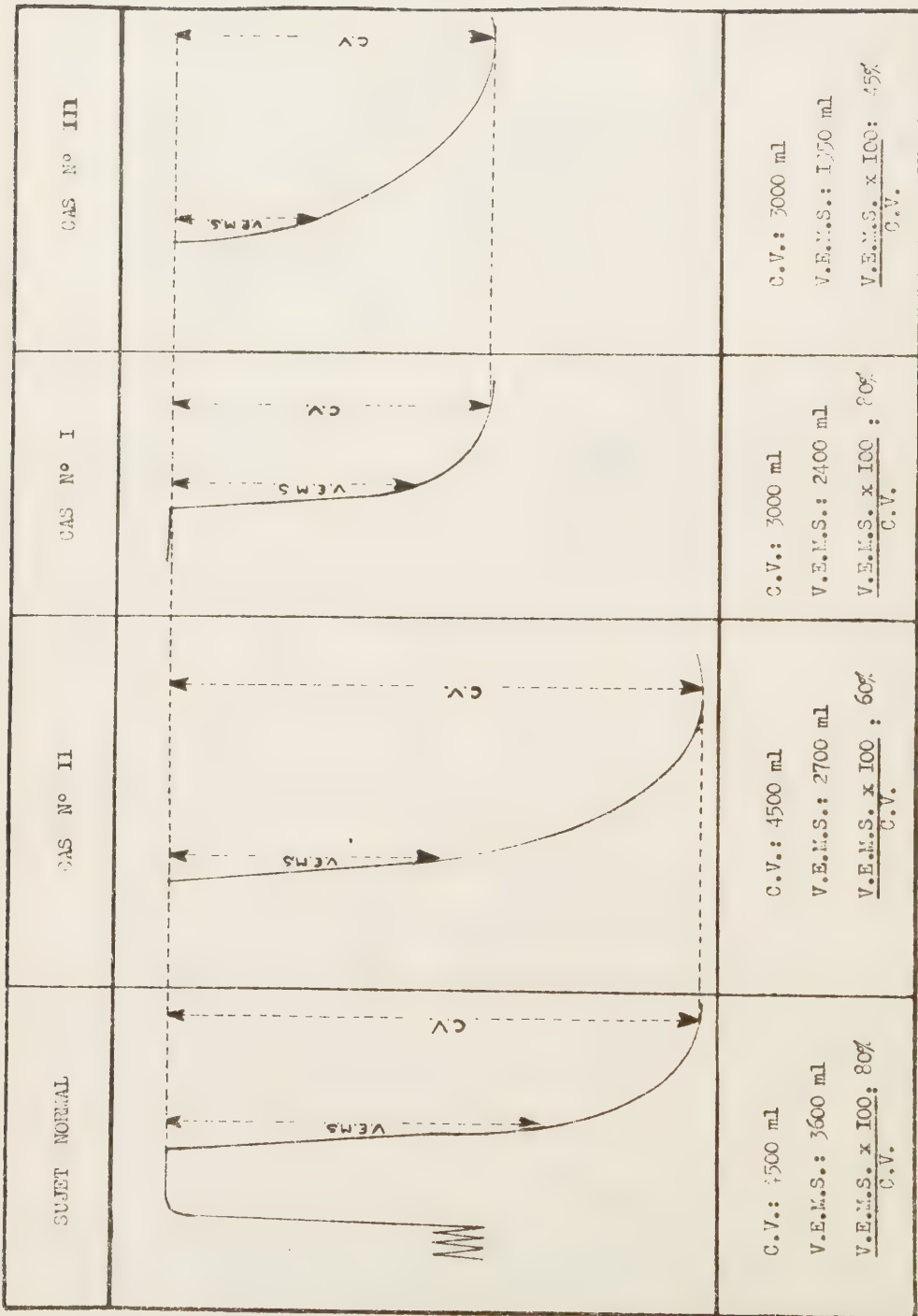


FIGURE II

Tracés spirographiques chez le sujet normal et chez les malades ayant un trouble ventilatoire.

Sans refaire l'historique de cette épreuve, il n'est pas inutile de rappeler par quels cheminements les auteurs qui ont décrit le V.E.M.S., sont arrivés à sa définition.

TIFFENEAU et PINELLI, puis DRUTEL l'ont d'abord qualifiée de Capacité Pulmonaire Utilisable à l'Effort, ou C.P.U.E. En effet ils ont observé empiriquement que la seule fraction de la C.V. utilisable à l'effort, et aussi lors de la réalisation des épreuves de ventilation maxima, est toujours, chez un sujet donné, incluse dans le volume expiré au cours de la première seconde d'une expiration forcée et complète consécutive à une inspiration complète.

C'est au cours d'une réunion de physiologistes, réalisée à l'Hôpital Saint Antoine, dans le service du Professeur KOURILSKY, en Février 1954, qu'il fut décidé de changer la dénomination du test, en Volume Expiratoire Maximum Seconde ou V.E.M.S.

Le V.E.M.S. étant une fraction de la C.V. est sous la dépendance comme celle-ci, des facteurs anthropométriques des individus. Le V.E.M.S. varie dans des limites physiologiques très larges, puisque, chez les hommes adultes normaux, les chiffres sont compris entre 2500 et 6000 ml.

A la suite de cette remarque, et pour obtenir un test indépendant de ces facteurs, les mêmes auteurs ont déterminé le rapport entre le V.E.M.S. et la C.V. Ils ont exprimé ce rapport en pourcentage, c'est-à-dire sous la forme
$$\frac{\text{V.E.M.S.} \times 100}{\text{C.V.}}$$

Effectivement, ce rapport est physiologiquement constant. Sa valeur moyenne est de 82% chez les sujets adultes, (les chiffres extrêmes étant de 70% et 93%,) et de 75% chez les sujets âgés.

A la lumière des études statistiques réalisées sur le rapport $\frac{\text{V.E.M.S.} \times 100}{\text{C.V.}}$, on s'est aperçu, que le rapport avait un intérêt physiologique important, puisqu'il représente un des deux facteurs qui conditionnent la valeur de la Ventilation Maxima.

En effet, les mêmes auteurs ont pu rattacher la valeur du V.E.M.S. à la ventilation maxima (V.M.). Expérimentalement, ils ont montré que, chez un sujet donné, la V.M. et le V.E.M.S. étaient liés par la relation suivante : $\text{V.M. (à la fréquence de 30)} = \text{V.E.M.S.} \times 30$; Autrement dit, le V.E.M.S. correspond au volume gazeux mobilisé lorsque la V.M. est mesurée pour une fréquence de 30 mouvements / minute. D'après cette relation, il est évident que toute diminution de la V.M. correspond à une réduction du V.E.M.S. Les facteurs qui conditionnent le V.E.M.S. sont donc les facteurs auxquels est subordonnée la V.M.. Cette constatation est confirmée cliniquement par les résultats spirographiques. En effet, en dehors du type normal représenté Fig. 1, trois types différents sont obtenus chez les sujets pathologiques (voir figure 2).

1°) LE TYPE 1: Diminution de la C.V., avec le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ normal.

Ce type est principalement rencontré :

- Dans les anomalies de la cinétique costo-diaphragmatique
- Dans les affections pleurales et les encombrements intra-thoraciques, quelle qu'en soit l'origine.
- Dans les exclusions fonctionnelles complètes d'un territoire d'origine bronchique ou parenchymateuse.
- Dans la fibrose et la sclérose pulmonaire.

2°) LE TYPE 2 : Diminution du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ avec C.V. normale.

Ce type est essentiellement observé dans les bronchosténoses incomplètes (asthme intriqué et certains cas de néoplasmes bronchiques).

3°) LE TYPE 3 : Diminution de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, Lors d'une affection pulmonaire isolée, ce syndrome est typiquement celui observé dans l'emphysème évolué. Il est également rencontré sous une forme beaucoup plus discrète, dans la plupart des cas de néoplasmes bronchiques primitifs.

1° FACTEURS QUI CONDITIONNENT C.V. ET RAPPORT $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$

Les facteurs qui conditionnent C.V. et rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ ont été précisés à la suite des travaux cliniques expérimentaux de TIFFENEAU, DECHOUX, PINELLI et DRUTEL, et de l'étude mathématique de la courbe d'expiration forcée effectuée par CARA;

1° - LES FACTEURS CONDITIONNANT LA C.V.

La C.V. est liée aux possibilités d'extension et de rétraction des "alvéoles pulmonaires". Ces possibilités sont subordonnées à des facteurs externes (pariétaux, pleuraux, médiastinaux) et à des facteurs internes (parenchymateux et bronchiques).

A) LES FACTEURS EXTERNES

1 - Les facteurs Pariétaux comprennent :

- Le volume de la cage thoracique, lui-même fonction du sexe, de l'âge, du type morphologique du sujet et aussi de son entraînement respiratoire.
- Les possibilités motrices de ces éléments pariétaux, et ici interviennent :

- des facteurs squelettiques : (élasticité costale, jeu des articulations costo-vertébrales et chondro-costales; morphologie et statique du rachis cervicodorsal).

• Des facteurs musculaires (muscles respiratoires principaux et accessoires annexés au gril costal, muscles abdominaux, et surtout le diaphragme). On sait d'ailleurs que l'étude de la cinétique du diaphragme sous radioscopie est d'une importance telle qu'elle est un élément indispensable de l'examen fonctionnel ventilatoire. Ces possibilités motrices peuvent être très souvent améliorées par l'entraînement et aussi par la simple coopération du sujet.

L'importance de ce facteur pariétal et abdominal, a pu être montrée expérimentalement par la mesure de la C.V. chez un même sujet, avant et après la pose de sangles thoraciques et de ceintures abdominales. Ces conditions expérimentales réduisent la valeur de la C.V., mais ne modifient pas le Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$.

2 - Les Facteurs Pleuraux

Il suffit de rappeler qu'une plèvre libre ne modifie pas l'influence des précédents éléments. Ce n'est que dans des conditions pathologiques, que le facteur pleural est susceptible de modifier la C.V., par suite de la contrainte qu'elle crée à la mécanique ventilatoire. C'est ce qui est observé dans les symphyses totales ou partielles de la plèvre, dans les pneumothorax spontanés ou thérapeutiques, dans les pleurésies. Cette contrainte retentit à son tour, sur la morphologie pariétale (rétraction thoracique en regard d'une symphyse; modification des côtes des malades " pleuraux ").

3 - Les Facteurs Médiastinaux

Il va de soi que la masse médiastinale est susceptible de modifier la C.V.

8) LES FACTEURS INTERNES

1 - Le facteur parenchymateux est lié aux possibilités intrinsèque des alvéoles de se dilater et de se rétracter.

2 - Le facteur bronchique est également important, comme tendent à le montrer les troubles consécutifs aux sténoses bronchiques: une sténose complète interdit toute arrivée d'air aux alvéoles dans la zone sténosée et ampute donc la C.V. une sténose incomplète, par contre, ne peut que modifier légèrement la C.V. mais retentira à coup sûr sur le Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ et donc sur la ventilation maxima.

2°) LES FACTEURS CONDITIONNANT LE RAPPORT $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$

Il semblerait, à priori, dégagé des servitudes précédentes. Ceci semble confirmé par les conditions expérimentales variées, chez le même sujet. Les auteurs cités ci-dessus ont démontré à la suite d'études cliniques et théoriques que le Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, est directement lié au facteur élasticité. En effet, cliniquement en pathologie respiratoire, les maladies où le Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est diminuée sont essentiellement l'asthme et l'emphysème dont le substratum pathologique est l'obstruction bronchique d'une part, la perte de l'élasticité parenchymateuse d'autre part.

De plus expérimentalement, lorsqu'est ajoutée une résistance supplémentaire dans la partie expiratoire du circuit spirométrique, le tracé obtenu dans ces conditions est caractérisé par un allongement du temps expiratoire et par le maintien à une valeur sensiblement normale de la C.V. d'où une diminution du Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$.

Enfin, c'est par des déductions purement théoriques que CARA a montré que le Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ exprime une fréquence qu'il a qualifiée de Fréquence optimale; il a montré que cette fréquence était liée aux deux facteurs : élasticité et résistance.

La C.V. et le Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ sont donc les deux tests spirométriques fondamentaux. Ces deux tests varient dans de larges limites. Le problème reste posé de savoir si les variations sont liées les unes aux autres, ou si ces variations physiologiques de la C.V. et du Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ sont indépendantes les unes des autres, ce qui confirmerait toute la thèse qui vient d'être exposée de l'indépendance relative des critères spirométriques. Cet ultime problème de la spirométrie a été abordé dans ce travail par une étude statistique des corrélations existant entre ces deux tests fondamentaux chez des sujets normaux et pathologiques.

CHAPITRE 2

NOTIONS DE STATISTIQUE

A -- POSITION DU PROBLEME

Tous les travaux expérimentaux, contenant des mesures de variables, dont on se propose d'étudier les relations, sont soumis à des exigences strictes. Leur valeur est nulle s'il n'existe aucune vérification possible des résultats, s'il manque donc l'exposé des conditions de l'expérimentation et celui des constantes statistique élémentaires qui permettent de juger de la valeur des conclusions.

Un caractère fondamental de ce travail repose sur le fait que, les déterminations des tests spirométriques ont été pratiquées au seul Laboratoire d'Explorations Fonctionnelles Pulmonaire et cardio-vasculaire de l'Hôpital Beaujon.

Les marges d'erreurs sont constamment les mêmes puisque les mesures ont été réalisées par le même opérateur. De ce fait, au stade de récolte des données élémentaires, l'homogénéité du matériel est à souligner. Autre point qui leur confère une valeur supplémentaire, elles ont été pratiquées sur des sujets parfaitement coopérants.

Reste à exposer comment a été traité ce matériel. En ce domaine, la source de notre information (aussi sommaire que récente) reste l'ouvrage de base de M. LAMOTTE, et l'article de J.M. FAVERGE et M. FAUTREL, paru dans le journal de Physiologie en 1951.

B -- LES CRITERES STATISTIQUES UTILISES

Il nous faut, et nous nous en excusons, auprès de ceux à qui ces notions sont familières, rappeler un certain nombre de définitions et de formules, à partir desquelles nous avons calculé les valeurs rapportées dans les différents tableaux.

1') Les Indices de Dispersion

Dans chacun des groupes d'individus étudiés, pour chacune des deux variables, la dispersion des valeurs de celles-ci, autour de leur moyenne respective, fut déterminée.

a) Ecart Type

Encore appelé Ecart Quadratique Moyen, ou standard Deviation (S.D.), cet indice correspond à la racine carrée de la moyenne des carrés des écarts à la moyenne M.

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N - 1}}$$

b) Coefficient de Variation

Celui-ci est un indice de dispersion relative, qui est le rapport, sous forme de pourcentage, de l'écart type à la moyenne M.

$$V = \frac{S.D. \times 100}{M}$$

2°) Le Diagramme de Dispersion

C'est le tableau sur lequel sont rapportées, pour chaque individu étudié, les deux valeurs, l'une sur l'axe des abscisses (ici la C.V.) l'autre sur l'axe des ordonnées (ici le Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$). Ces deux valeurs déterminent alors, dans ce plan de référence, un point et un seul, qui correspond à un individu donné. L'ensemble des mesures faites sur n. individus correspond à n. points sur le plan.

La répartition de ces points, (compte tenu évidemment de l'échelle des axes des abscisses et des ordonnées) ne se fait pas au hasard; l'ensemble donne un aspect en nuage ou les points se groupent en zones plus ou moins denses: c'est le diagramme de dispersion.

3°) Les Relations entre deux caractères quantitatifs: Coefficients de Corrélations et lignes de Regression.

a) Le Coefficient de Corrélation

Ce coefficient ou, r, permet de chiffrer la liaison existant entre deux variables x et y. Tel qu'il est défini algébriquement; pour un nombre N, de cas.

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{N}}{\sqrt{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}) (\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N})}}$$

Il ne peut avoir que des valeurs comprises entre - 1 et + 1.

Sa valeur absolue indique le degré de corrélation :

- Nul: il signifie qu'il n'existe aucune corrélation entre les deux variables étudiées;
- Egal à 1 (en valeur absolue), il indique au contraire qu'il y a corrélation parfaite entre les deux variables.
- Compris entre 0 et 1 (en valeur absolue), il indique qu'il existe entre x et y, une corrélation d'autant plus importante que sa valeur absolue se rapproche de 1.

Son signe, enfin, indique le type de la corrélation:

- positif, les deux variables varient dans le même sens: aux plus grandes valeurs de l'une, correspondent les plus grandes valeurs de l'autre.
- négatif, les deux variables varient en sens inverse: aux plus grandes valeurs de l'une, correspondent les plus petites valeurs de l'autre.

b) Le Coefficient de Sécurité

Pour que le coefficient r, exprime une corrélation statistiquement significative, il faut que sa valeur absolue soit supérieure à une certaine valeur, dite, "Coefficient de Sécurité".

Pour un coefficient de sécurité de 0,95

r doit être supérieur à $\frac{2}{\sqrt{N-1}}$

Pour un coefficient de sécurité de 0,99

r doit être supérieur à $\frac{2,6}{\sqrt{N-1}}$

Si le nombre de cas étudiés est inférieur à 300, il est nécessaire de choisir, à la place du coefficient r, un paramètre appelé Coefficient de Corrélation transformé: z. Z est fourni directement par des tables, en fonction des valeurs de r.

c) Les lignes de Régression

Elles permettent de formuler algébriquement les relations entre les deux variables étudiées.

Ce sont généralement des droites, représentatives d'équations du type $Y = ax + b$; et $X = a' y + b'$. La valeur des paramètres est calculée en fonction des variables et du nombre de déterminations effectuées. D'une façon générale, par exemple pour la droite de régression de y en x, la formule donnant a est:

$$a = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{N}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}} \quad b = \frac{\sum y - a \sum x}{N}$$

Les deux lignes de regression de x en y, et de y en x, ont une morphologie qui dépend étroitement du coefficient de corrélation.

- Lorsque r est nul : en ce cas, il n'existe aucune corrélation statistiquement significative entre les deux variables; en d'autres termes, à une même valeur de x correspondent plusieurs valeurs de y. La ligne de regression d'une variable, est parallèle à l'axe de référence de l'autre variable; ce qu'on peut encore exprimer en disant que sa pente est nulle par rapport à l'axe de référence de l'autre variable.
- Lorsque r est égal à 1: Dans ce cas où la corrélation est parfaite entre les deux variables, les deux lignes de regression sont confondues.

D'une façon générale, l'angle que font les deux lignes de regression entre elles, est d'autant plus aigu que r est plus voisin de 1 en valeur absolue.

En d'autres termes, on peut faire apparaître sur le diagramme de dispersion, une fois les lignes de regression construites, l'absence ou l'existence de corrélation entre les deux variables.

- Si une ligne de régression est parallèle à l'axe des abscisses ou des ordonnées: pas de corrélation.
- Si au contraire, elle est relativement oblique, il existe une plus ou moins grande corrélation entre les variables étudiées.

Dans ce travail, par souci de simplification, seules les lignes de regression de y en x ont été envisagées.

d) Comparaison entre deux coefficients de Corrélation.

Lorsque l'étude du coefficient unissant deux variables, a été effectuée dans plusieurs groupes différents, il est indispensable, pour comparer les coefficients deux à deux, et en tirer des conclusions, de s'assurer si le résultat de cette comparaison est statistiquement valable. La différence entre deux coefficients de corrélation, r_1 et r_2 est significative, si elle s'écarte de zéro de plus de deux fois son erreur standard. Pour un coefficient de sécurité de 0,95, cette condition s'exprime ainsi :

$$\frac{r_1 - r_2}{S_{r_1 - r_2}} > 2$$

$$S_{r_1 - r_2} = \sqrt{\frac{1}{N_1 - 3} + \frac{1}{N_2 - 3}}$$

Pour un coefficient de sécurité de 0,99, la relation est la suivante :

$$\frac{r_1 - r_2}{S r_1 - r_2} > 2,6$$

Si les effectifs, ou seulement l'un d'entre eux, sont inférieurs à 300, il est indispensable de réaliser cette comparaison sur les coefficients de corrélation transformés z_1 et z_2 . Par exemple, pour un coefficient de sécurité de 0,95, la différence entre les deux corrélations sera valable si :

$$\frac{z_1 - z_2}{S z_1 - z_2} > 2.$$

4° - Présentation des résultats

En définitive, chaque groupe de mesures, pratiquées sur un type différent de sujets, comportera, successivement, dans ce travail :

- a) l'énoncé du nombre de cas
- b) la valeur moyenne de la capacité vitale pour le groupe, avec son écart type et son coefficient de variation
- c) la valeur moyenne du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, avec aussi l'écart type et le coefficient de variation.
- d) la valeur de r , puis z ,
- e) le calcul du seuil de signification de r ou de z , déterminé avec le coefficient de sécurité de 0,95.
- f) la dernière colonne horizontale donne enfin l'équation de la droite de regression de y en x , c'est-à-dire de la variable $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, par rapport à la variable C.V.

CHAPITRE 3

ETUDE DU COEFFICIENT DE CORRELATION EXISTANT ENTRE LES VALEURS DE LA C.V. ET DU RAPPORT $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ OBTENUES DANS UN GROUPE DE 246 HOMMES NORMAUX.

A - POPULATION ETUDIEE

Le groupe d'individus normaux, pris comme échantillon pour cette étude, comporte 246 hommes n'ayant présenté, dans leurs antécédents, aucune affection pulmonaire, cardio-vasculaire, thoracique, abdominale ou nerveuse, susceptible de retentir sur leur fonction ventilatoire.

Ces sujets ont été pris au hasard de leur état social. Une certaine sont des ouvriers effectuant un travail entraînant de gros efforts physiques. Les étudiants représentent 40% environ du groupe retenu. Aucun n'a une profession nécessitant un entraînement respiratoire particulier (sportifs, chanteurs, etc...). L'âge de ces individus est compris entre 16 et 72 ans, (moyenne 28 ans et demi) leur taille varie de 1 m,49 à 1 m, 87 (moyenne 1m, 705).

B - RESULTATS SPIROGRAPHIQUES

Dans ce groupe (voir tableau 1 et figure 3):

- La C.V. a une valeur moyenne de 4660 ml (S.D.: 611 et V.: 13, 1%), les chiffres extrême étant 3200 et 6400 ml.
- Le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, a une valeur moyenne de 81, 2% (S.D. - 5,45 et V = 6,7 les chiffres extrêmes étant 70 et 93 %.

La dispersion des valeurs de la C.V. est donc nettement supérieure à celle des valeurs du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$

D'autre part, le diagramme de dispersion, traduisant les résultats de l'ensemble des individus de ce groupe, montre que leur répartition est étalée dans une vaste zone, surtout par suite des variations de la C.V.

Le problème à résoudre statistiquement est le suivant: d'après les données actuelles, résultant des travaux antérieurs, les facteurs physiologiques conditionnant la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ sont distincts et, à priori indépendants (coordonnées anthropométriques d'une part, résistance et élasticité d'autre part).

Diagramme de dispersion des sujets NORMAUX

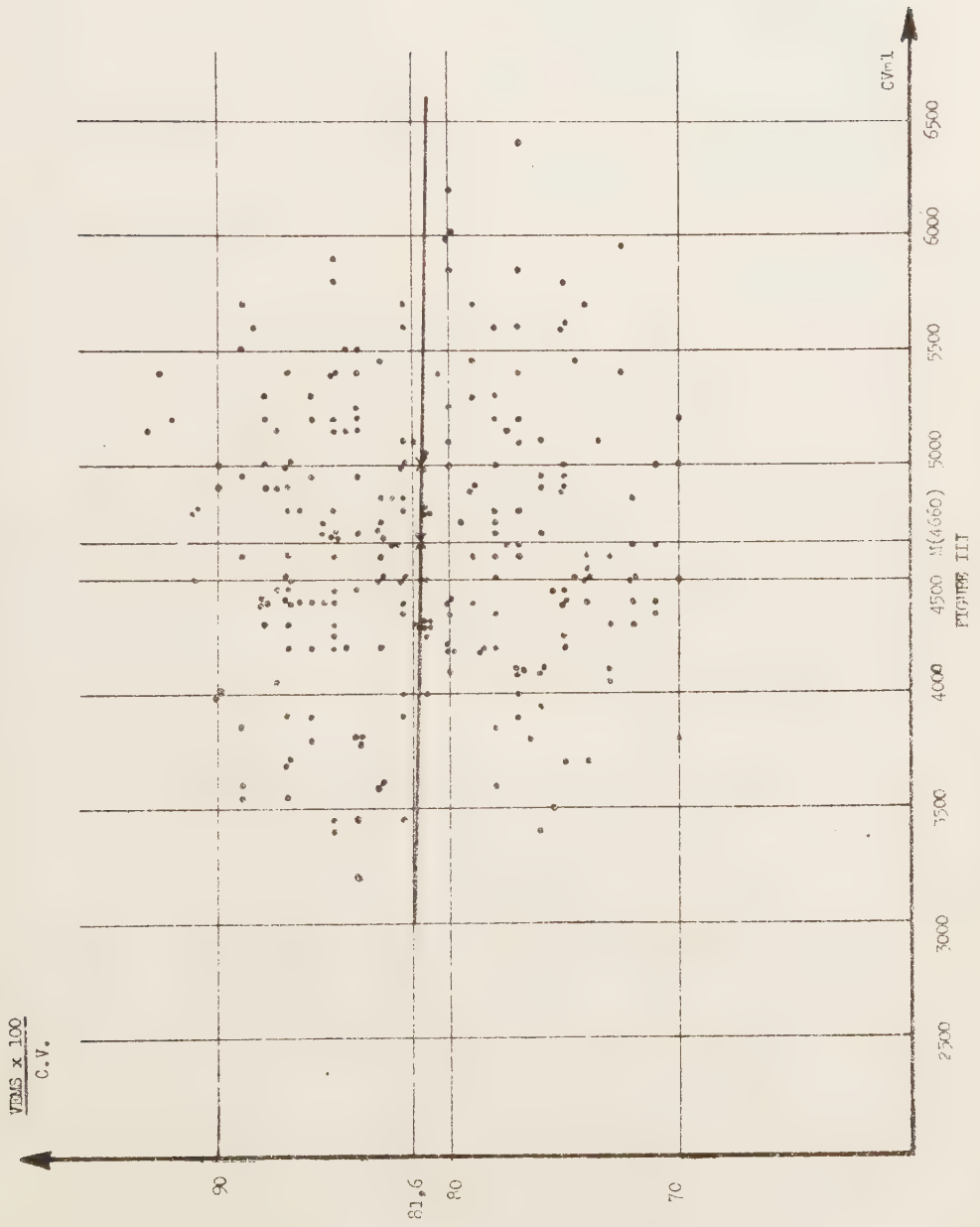


FIGURE III

La grande marge de variations, objectivée par les résultats précédents, nécessite l'étude de la corrélation existant entre les valeurs des deux tests spiropographiques fondamentaux obtenus chez les sujets normaux. Cette étude confirmera ou non leur indépendance physiologique réciproque, selon que la corrélation sera nulle ou au contraire statistiquement valable.

C — RÉSULTATS DE L'ÉTUDE STATISTIQUE

La figure 3 représente le diagramme de dispersion, dans lequel les points ont pour coordonnée la valeur de la C.V. (en abscisses) et celle du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ (en ordonnées). Les résultats que nous avons obtenu sont absolument comparables à ceux transmis par GRAIMPREY.

La droite de regression de y en x est tracée sur ce diagramme.

La figure 3 montre que le groupe de sujets est parfaitement homogène, et que le diagramme de dispersion est inclus dans une ellipse dont le grand axe est sensiblement parallèle à l'axe des x. Les résultats statistiques d'ensemble, sont rapportés dans le tableau 1. Le tableau 1 apporte les enseignements suivants :

1') r est négatif

La corrélation entre les valeurs de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, chez les individus normaux rapportés, est négative; plus est grande la C.V., plus est faible le Rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$

2') r est très petit en valeur absolue.

La droite de regression de y en x est très voisine d'une droite parallèle à l'axe des abscisses, elle rencontre cet axe pour une valeur de x égale à +681.666.

3') z est environ 10 fois plus petit, en valeur absolue, que son seuil de signification.

Etant donné la faible valeur de r, r et z sont identiques. La corrélation négative, unissant la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, dans ce groupe de sujets étudiés, n'est donc pas statistiquement significative.

TABIEAU 1

Etude statistique de la relation existant entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, dans le groupe de sujets normaux, pris comme échantillon.

NOMBRE DE CAS		246
C. V. (x)	Moyenne	4660ml
	S. D.	611
	V	13,1%
V.E.M.S x 100 C.V. (y)	Moyenne	81,2%
	S. D.	5,45%
	V	6,7%
r		0,013
z		0,013
Seuil de signification de z. (sécurité P=0,95)		0,125
Droite de regression de y en x.		$y = 0,00012 x + 81,8$

D - INTERPRETATION PHYSIOLOGIQUE DES RESULTATS

L'ensemble de ces résultats montre que les valeurs de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, sont statistiquement indépendantes les unes des autres, chez les sujets normaux étudiés, puisqu'il n'existe pas entre elles de corrélation significative. Cette constatation apporte une vérification aux conclusions des travaux antérieurs, ayant abouti à subordonner physiologiquement la C.V. aux critères anthropométriques des individus et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ aux facteurs résistance et élasticité. C'est ainsi qu'elle permet de confirmer que :

- 1°) les facteurs conditionnant, chez les sujets sains, la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ sont indépendants les uns des autres

2') Les critères anthropométriques ne retentissent pas sur la valeur du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$.

3') Et inversement, les facteurs résistance et élasticité n'influent pas, de façon significative sur la valeur de la C.V., dans les conditions physiologiques.

CHAPITRE 4

ETUDE DU COEFFICIENT DE CORRELATION EXISTANT ENTRE LES VALEURS DE LA C.V. ET DU RAPPORT $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, DANS DEUX GROUPES DE MALADES ATTEINTS RESPECTIVEMENT D'EMPHYSEME OU DE NEOPLASME BRONCHIQUE PRIMITIF.

A -- MISE AU POINT PRELIMINAIRE

Dans la deuxième partie de ce travail, nous nous sommes proposés de rechercher si les anomalies liées aux affections pulmonaires et entraînant des troubles mécaniques ventilatoires spiropgraphiquement décelables, modifiaient la corrélation existant physiologiquement entre la C.V. et le rapport

$$\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$$

Chez un grand nombre d'insuffisants ventilatoires (cas 1 et cas 2, Figure 2), seul l'un des deux tests spiropgraphiques est perturbé à la suite de l'affection qui est à l'origine de l'insuffisance . Le diagramme de dispersion représentant dans chacun de ces deux groupes de malades les valeurs de la C.V., se trouve donc simplement translaté par rapport à celui correspondant aux sujets normaux, soit vers le bas (cas n°1, diminution de la C.V.), soit vers la gauche (cas n°2, réduction du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$).

Chez ces malades, les deux tests spiropgraphiques élémentaires sont donc à priori indépendants l'un de l'autre, comme chez les individus normaux . Il en résulte, par exemple, que chez ceux du groupe N°1, la perturbation des facteurs mécaniques, conditionnant la valeur de la C.V., ne retentit pas sur la valeur fonctionnelle de l'élasticité et des résistances. Ces malades se comportent en somme, comme des individus sains, ayant de petites C.V.

Il nous a donc paru, à priori, superflu d'effectuer dans ces deux premiers groupes d'insuffisants ventilatoires, l'étude statistique de la corrélation existant entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, puisque cette corrélation ne peut être que très voisine de celle observée chez les individus normaux. Il est impossible de conclure au préalable sur le problème envisagé, en ce qui concerne les résultats spiropgraphiques obtenus chez les malades du groupe 3.

Il nous fut donc nécessaire de déterminer le coefficient de corrélation entre les valeurs de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, chez les individus présentant un syndrome clinique pur accompagné d'une réduction simultanée de ces deux tests. C'est dans ce but, que nous avons choisi pour effectuer cette étude, deux groupes de sujets, atteints respectivement d'emphysème et de néoplasme bronchique primitif.

Les coefficients de corrélation, obtenus dans ces deux groupes, ont été enfin comparés entre eux et avec celui correspondant aux individus normaux, de manière à préciser si les différences observées sont statistiquement significatives.

2 - POPULATION ETUDIÉE

1°) Sujets atteints d'Emphysème Pulmonaire

Les malades de ce groupe présentent un syndrome clinique indiscutable d'emphysème pulmonaire, en dehors de toute autre affection susceptible de modifier les facteurs mécaniques de la fonction ventilatoire. Toutefois la plupart d'entre eux sont atteints d'un catarrhe chronique. Les sujets ayant une dilatation des bronches, les anciens asthmatiques, et ceux chez lesquels pouvait être suspecté un facteur bronchique spasmodique, ont été systématiquement éliminés. 75 sujets ont été ainsi retenus. Leur âge est compris entre 38 et 77 ans (moyenne 57,1/2 ans); leur taille varie de 1,53m à 1,87m (moyenne 1,67m).

2°) Sujets atteints de néoplasme bronchique primitif

Le diagnostic porté chez ces malades a été confirmé par étude anatomopathologique, soit sur la pièce opératoire, soit après biopsie bronchique. Tous les sujets ayant un néoplasme bronchique secondaire et tous ceux ayant dans leurs antécédents des signes de bronchorrhée chronique, ont été exclus de ce groupe. 71 sujets ont été retenus. L'âge des malades varie de 35 à 77 ans (moyenne 55,1/2 ans); leur taille est comprise entre 1,55m et 1,85m (moyenne, 1,69m).

3°) Sujets normaux de référence

Les résultats de l'étude statistique effectuée chez les sujets pathologiques précédents ont été opposés à ceux obtenus dans deux groupes d'individus normaux :

a) le groupe d'ensemble (246 hommes, adultes)

b) un groupe extrait du précédent, comportant tous les sujets âgés de 30 ans et plus. Ce groupe a été constitué de manière à obtenir une population dont l'âge moyen soit le plus près possible de celui des malades atteints d'emphysème et de

néoplasme, l'âge pouvant être un facteur éventuel de modification de la corrélation entre la C.V. et la rapport

$\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$. Pour obtenir un matériel d'importance comparable à celui des deux groupes de sujets pathologiques, nous avons été obligés de fixer l'âge moyen à 30 ans.

Ce groupe comporte ainsi 82 individus âgés en moyenne de 40 ans; 23 de ces sujets ont plus de 45 ans (les chiffres extrêmes sont de 30 et 72 ans), leur taille est comprise entre 1,57m et 1,87m (moyenne 1,70m).

C - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE SPIROGRAPHIQUE

Les valeurs de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, chez les malades étudiés et chez les sujets normaux âgés de plus de 30 ans, sont représentés dans trois diagrammes de dispersion (voir figure 4) Les droites de regression de y en x sont également tracées sur ces figures. Le tableau 2 permet de comparer ces résultats à ceux obtenus dans le groupe d'ensemble des sujets normaux.

L'étude des résultats spirographiques portés sur cette figure et sur ce tableau conduit aux conclusions suivantes :

1°) Dans le groupe de sujets normaux âgés de 30 ans et plus.

C.V. et rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, sont très voisins (quoique légèrement inférieurs), de ceux obtenus dans l'ensemble du groupe d'individus sains. La dispersion des valeurs des deux critères est équivalente dans les deux cas. Les modifications des tests spirographiques, en fonction de l'âge, ont d'ailleurs été l'objet de nombreux travaux. Rappelons simplement que GRAIMPREY cite comme chiffres normaux, chez les hommes âgés respectivement de 30 et 55 ans, 4700 et 4100 ml pour la C.V., et 80 et 74 % pour le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$.

2°) Dans l'Emphysème,

C.V. et rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ sont très réduits. Ces résultats ne font que confirmer ceux déjà rapportés dans de très nombreux travaux antérieurs.

Le diagramme représenté figure 4 apporte toutefois une notion nouvelle : la pente de la droite de regression de y en x montre en effet que, plus le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est faible, plus la C.V. elle-même est diminuée.

Diagramme de dispersion des

82 SUJETS NORMAUX DE PLUS DE 30 ANS

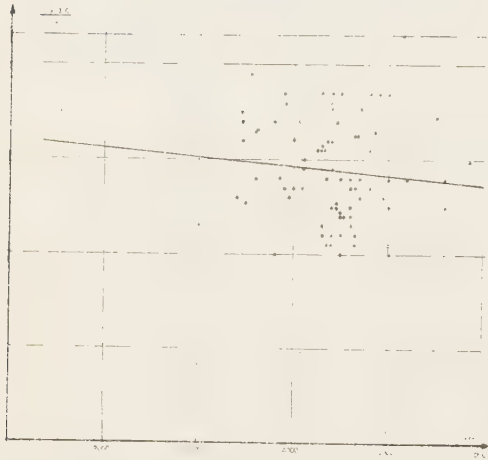


Diagramme de dispersion des sujets atteints de NEOPLASME

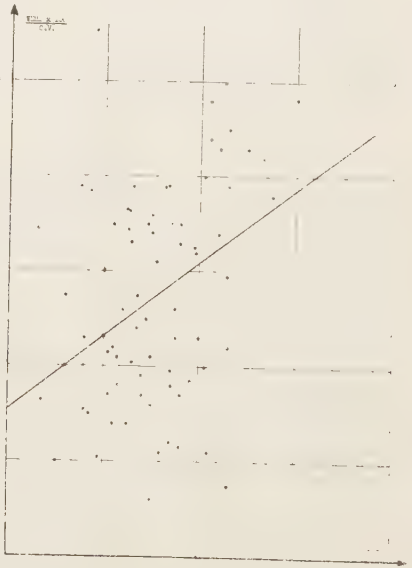
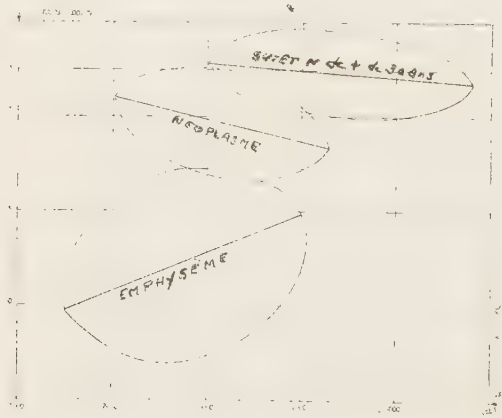


Diagramme de dispersion des sujets EMPHYSEMATIQUES

Etude statistique de la relation existant entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ chez les sujets normaux et chez les malades atteints d'emphysème et de néoplasme bronchique primitif.

TABLEAU II

		SUJETS NORMAUX Groupe d'ensemble	SUJETS NORMAUX Agés de 30 ans et plus	EMPHYSEME	NEOPLASME
NOMBRE DE CAS		246	82	75	71
C. V.	moyenne	4660 ml	4420 ml	2510 ml	3220 ml
	S.D.	611	562	490	606
	v	13,1 %	12,7 %	19,5 %	18,8 %
V.E.M.S. x 100 / C.V.	moyenne	81,2 %	78,9 %	37,1 %	67,9 %
	S.D.	5,45	5,36	11,5	6,44
	v	6,7 %	6,8 %	30,1 %	9,48 %
r		- 0,013 (r ₁)	-0,0293 (r ₁)	+ 0,33 (r ₂)	-0,28 (r ₃)
z		- 0,013 (z ₁)	- 0,0293 (z ₁)	+ 0,35 (z ₂)	-0,29 (z ₃)
Seuil de signifi- cation de Z (Sécurité P=0,95)		0,125	0,222	0,232	0,238
Droite de Regression de Y en X		y=-0,00012 x+ 81,8	y=-0,00094 x+83,02	y=+0,0077 x+ 17,726	y=-0,00296 x + 77,4

3°) Dans le Cancer Bronchique Primitif

Comme dans l'emphysème, $\frac{C.V.}{V.E.M.S. \times 100}$ sont simultanément réduits toutefois les modifications des deux tests sont en général minimales dans le néoplasme. Les chiffres moyens sont en effet, respectivement de 4420 et 3220ml, et 78,9 et 67,9 ‰, dans les groupes rapportés, de sujets normaux âgés de plus de 30 ans, et d'individus atteints de néoplasme bronchique primitif. Dans ce dernier groupe, dans une observation (sur 71), la valeur des deux tests, est même pratiquement normale. GARBAGNI et SADOUL ont eux aussi signalé que les anomalies spiromographiques, observées chez les sujets atteints de cancer bronchique, sont variables et, en général, faibles.

Dans le groupe de malades rapportés, il ressort enfin que la perturbation mécanique ventilatoire ampute d'avantage la valeur de la C.V. que celle du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$.

Toutefois, les conséquences du néoplasme bronchique primitif sur la fonction ventilatoire, sont beaucoup mieux mises en évidence, lorsque l'on étudie les résultats spiromographiques, non plus dans leur ensemble, mais selon le type observé dans chaque cas. Le tableau 3 montre en effet que les modifications des tests élémentaires sont tout à fait différents de celles obtenues dans l'emphysème. En effet, dans l'emphysème, elles sont, dans la très grande majorité des cas, du type spiromographique 3 ($\frac{C.V.}{V.E.M.S. \times 100}$ diminués simultanément). Au contraire, dans le néoplasme bronchique primitif, les résultats spiromographiques sont de modalité variable, puisque, dans les observations rapportées, tous les types normaux et pathologiques sont observés. La C.V. est normale dans 10 cas sur 71 (14%) et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est normal dans 29 cas (41%).

- TABLEAU 3 -

	RESULTATS D'ENSEMBLE	TYPE NORMAL	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
NOMBRE DE CAS	71	1 (1,5 ‰)	29 (41 ‰)	10 (14 ‰)	31 (43,5 ‰)
C.V.T. (d'après COURNAND)	3850 ml	3850 ml	3765 ml	3885 ml	3850 ml
C. V.	3220 ml (-16 ‰)	3850 ml	2975 ml (-20,5 ‰)	4155 ml	3125 ml (-19 ‰)
RAPPORT $\frac{V.E.M.S \times 100}{C.V.}$	67,9 ‰	72 ‰	74,5 ‰	62,5 ‰	63,5 ‰

Le tableau 3 montre ainsi que les conséquences ventilatoires du néoplasme bronchique primitif, sont en fait assez importantes, puisque selon les cas, l'un des deux tests spirographiques élémentaires est réduit dans des proportions non négligeables. L'étude d'ensemble donnant une idée quelque peu fausse, et les chiffres globaux moyens cachant la réalité des faits extériorisée par l'analyse des résultats.

Ces constatations sont à rapprocher de celles découlant de l'étude du diagramme de la figure 4 et de la droite de regression correspondante. Celle-ci en effet, montre que plus le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est diminué, plus la valeur de la C.V. est grande, et inversement. Ce résultat est fondamentalement opposé à celui obtenu chez les sujets atteints d'emphysème.

D - INTERPRETATION PHYSIOPATHOLOGIQUE DES RESULTATS SPIROGRAPHIQUES.

1°) Chez les Sujets Normaux

Les légères amputations de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ observées en fonction de l'âge, traduisent les conséquences du vieillissement sur la fonction ventilatoire. Il est justifié de considérer ces données comme physiologiques, puisqu'elles sont inéluctables.

La diminution de la C.V. est liée à la réduction des possibilités d'extension et de rétraction de la cage thoracique et des alvéoles pulmonaires dues à la sclérose, celle du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est secondaire à une augmentation des résistances et à une diminution de l'élasticité des tissus thoraco-pulmonaires.

2°) Dans l'Emphysème Pulmonaire

L'importante diminution du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est fondamentale. Elle traduit la perturbation diffuse de l'élasticité (pouvant aller jusqu'à la rupture des fibres élastiques pulmonaire) et des résistances (en particulier par l'obstruction bronchique). L'amputation de la C.V. est liée à la limitation anormale des possibilités d'extension et de rétraction du poumon (réduction de la cinématique costo-diaphragmatique, augmentation du volume cardiaque, sclérose pulmonaire, exclusion de territoires alvéolaires détruits...).

D'après les résultats rapportés dans ce travail, ces deux anomalies spirographiques évoluent de façon sensiblement parallèle. Les facteurs d'amputation de la C.V. sont donc liés dans une certaine mesure, au trouble de l'élasticité du parenchyme, et de "la perméabilité bronchique".

Des constatations analogues sont observées dans les affections asthmiques, comme il a été montré dans un travail récent (PENTHER).

3°) Dans le Cancer Bronchique Primitif

Malgré les apparences, les modifications spirométriques ne sont pas en fait, comparables à celles signalées dans l'emphysème pulmonaire. Ceci n'est point pour étonner, car leur mécanisme physiopathologique causal est en effet différent; son origine est purement bronchique. La réduction du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est essentiellement secondaire à une bronchosténose localisée.

Cette anomalie n'entraîne pas une diminution du rapport aussi importante que dans l'emphysème.

D'autre part, il est possible d'envisager une interprétation des résultats spirométriques analytiques dans le cancer bronchique primitif:

- Si la broncho-sténose est "dynamiquement incomplète", le courant gazeux ventilatoire persiste dans les voies bronchiques intéressées par la tumeur. Dans ce cas, le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, se trouve diminué, par augmentation des résistances bronchiques locales. La C.V., par contre est pratiquement normale, si la zone parenchymateuse correspondant à la sténose bronchique, ne présente pas d'anomalies dans ses possibilités mécaniques ventilatoires (10 cas sur 71, dans le groupe étudié, du type spirométrique 2).

- Si la broncho-sténose est, au contraire, "dynamiquement complète", le courant gazeux est localement arrêté, au niveau de la tumeur. Si le reste de l'arbre bronchique est normal, le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ n'est pas modifié, seule la C.V. est amputée par suite de l'exclusion fonctionnelle du territoire parenchymateux correspondant aux bronches sténosées. (29 cas sur 71 du type spirométrique 1.) L'étude endoscopique de la localisation anatomique et de l'importance de la sténose ne permet pas de confirmer cette interprétation. Il n'est que rarement possible en effet, d'évaluer avec exactitude par bronchoscopie, le retentissement de la sténose sur le courant gazeux ventilatoire, comme l'ont déjà fait remarquer GARBAGNI et SADOUL.

- Entre ces deux extrêmes, il est observé, bien entendu, un bon nombre de cas intermédiaires (31 sur 71), présentant simultanément une réduction des deux tests spirométriques (type spirométrique 3).

Des notions parallèles ont été acquises, lors d'un travail antérieur dans lequel ont été étudiées les modifications du courant gazeux ventilatoire lors de l'adjonction dans le circuit spirométrique de diaphragmes variables, jouant le rôle de résistances. (TIFFENEAU et DRUTEL).

CHAPITRE 5

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE STATISTIQUE

Ces résultats sont transcrits dans la figure 4 et le tableau 2

A - Dans le groupe de sujets normaux âgés de 30 ans et plus.

L'étude de la dispersion des valeurs de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$, du coefficient de corrélation entre les deux variables, et de la ligne de regression de y en x, montre que les relations entre ces deux caractères sont absolument comparables à celles observées dans le groupe d'ensemble des individus sains.

Il n'existe donc pas de corrélation significative, entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$, chez les sujets âgés de 30 ans et plus.

B - Chez les sujets atteints d'emphysème pulmonaire.

Le diagramme de dispersion des résultats est inclus dans une ellipse dont le grand axe présente une pente importante orientée de gauche à droite et de bas en haut.

L'étude des critères statistiques, fournit les enseignements suivants :

1°) La dispersion des valeurs des variables est plus grande que celle observée dans le groupe de sujets normaux, surtout en ce qui concerne le rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$.

2°) r_2 est positif. La corrélation entre les valeurs de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$, chez les sujets emphysemateux rapportés, est positive; plus faible est la valeur de la C.V., plus faible est le rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$.

3°) r_2 est grand en valeur absolue. La ligne de regression de Y en X n'est pas parallèle à l'axe des abscisses. Elle rencontre cet axe pour une valeur de X égale à - 2302.

4°) z_2 (0,35) est notablement plus élevé, en valeur absolue, que son seuil de signification (0,232), pour une sécurité P = 0,95. La corrélation positive, unissant C.V. et rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$ chez les malades étudiés atteints d'emphysème, est donc statistiquement significative.

C - Chez les sujets atteints de néoplasme bronchique primitif.

Le diagramme de dispersion représentant les valeurs respectives de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$, est compris dans une ellipse dont le grand axe est sensiblement incliné de haut en bas, et de gauche à droite. Ce résultat est fondamentalement opposé à celui obtenu chez les sujets atteints d'emphysème.

L'étude des critères statistiques conduit aux conclusions suivantes:

1°) La dispersion des valeurs des deux variables est plus grande que celle observée dans le groupe de sujets normaux, surtout en ce qui concerne la C.V. Alors que dans l'emphysème, le facteur le plus perturbé est le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ dans le néoplasme bronchique primitif, ce facteur est la C.V.

2°) r_3 est négatif. A l'opposé du cas précédent, plus la valeur de la C.V. est faible, plus le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est élevé.

3°) r_3 est grand en valeur absolue. La ligne de regression de Y en X n'est pas parallèle à l'axe des abscisses. Son point de rencontre avec cet axe a pour coordonnée X = + 26.148

4°) z_3 (0,29) est sensiblement plus élevé en valeur absolue que son seuil de signification (0,238), pour une sécurité P = 0,95. La corrélation négative, existant entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, chez les malades étudiés atteints de néoplasme bronchique primitif, est donc statistiquement significative.

ETUDE COMPARATIVE DES COEFFICIENTS DE CORRELATION.

Les résultats de cette étude sont transmis dans le tableau 4. Ils ont pour but de rechercher si les différences observées entre les valeurs des divers coefficients de corrélation sont, deux à deux, statistiquement valables.

TABLEAU 4

Etude comparative des coefficients de corrélation z_1 N_1 , z_2 N_2 , z_3 N_3 correspondant respectivement aux sujets normaux, aux malades atteints d'emphysème pulmonaire et aux malades atteints de néoplasme bronchique primitif.

$\frac{z_1 - z_2}{\sqrt{\frac{1}{N_1-3} + \frac{1}{N_2-3}}}$	$= - 2,708$
$\frac{z_1 - z_3}{\sqrt{\frac{1}{N_1-3} + \frac{1}{N_3-3}}}$	$= + 2,021$
$\frac{z_2 - z_3}{\sqrt{\frac{1}{N_2-3} + \frac{1}{N_3-3}}}$	$= + 3,78$

$Z_1 N_1$, $Z'_1 N'_1$, $Z_2 N_2$, et $Z_3 N_3$ correspondent respectivement au groupe d'ensemble de sujets normaux, d'individus sains âgés de 30 ans et plus et de malades atteints d'emphysème et de néoplasme bronchique primitif.

D'après l'étude du tableau 4, les différences observées entre les coefficients de corrélation, existant entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$:

- ne sont aucunement significatives pour les deux groupes de sujets normaux
- sont très significatives pour les groupes de malades atteints d'emphysème d'une part, et d'individus sains (surtout en ce qui concerne le groupe d'ensemble) d'autre part ;
- sont très significatives (même pour un coefficient de sécurité de 0,99) pour les groupes de malades atteints d'emphysème et de néoplasme bronchique primitif :
- ne sont qu'à la limite de la signification (pour un coefficient de sécurité de 0,95) pour le groupe d'ensemble de sujets normaux et celui des malades atteints de cancer bronchique;
- ne sont pas significatives pour les groupes d'individus sains âgés de 30 ans et plus et de malades atteints de néoplasme bronchique.

Les corrélations existant, entre les valeurs de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$, sont donc très nettement différentes, pour les groupes de sujets atteints d'emphysème d'une part, et d'individus sains ou atteints de néoplasme bronchique d'autre part. Elles ne peuvent être opposées, de façon parfaitement valable, pour les groupes de sujets normaux ou atteints de néoplasme bronchique primitif

Ces résultats confirment l'étude de la figure 4 représentant sur un même schéma, les diagrammes de dispersion des différents groupes de sujets.

CONTRIBUTION DES RESULTATS STATISTIQUES AUX DONNEES PHYSIOPATHOLOGIQUES.

L'étude de la corrélation existant entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$ dans les groupes de sujets normaux âgés de 30 ans et plus d'une part, et d'autre part, de malades atteints soit d'emphysème, soit de néoplasme bronchique primitif, conduit aux conclusions suivantes :

1') Le vieillissement des individus transforme légèrement la liaison existant entre les facteurs conditionnant les deux tests spiromographiques élémentaires.

Toutefois, leur indépendance physiologique reste encore très largement valable, chez les sujets âgés de 40 ans.

2') Par contre, les perturbations rattachées à l'emphysème suppriment cette indépendance physiologique observée entre les possibilités d'extension et de rétraction des alvéoles pulmonaire (auxquels est liée la C.V.) et les facteurs résistance et élasticité (auxquels est subordonné le rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$) Les causes de l'amputation de la C.V. dans l'emphysème, sont donc unies à celles engendrant la diminution de l'élasticité et l'accroissement des résistances.

3') Dans le cancer bronchique primitif, les facteurs conditionnant la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$ **présentent** comme dans l'emphysème une liaison significative. Mais l'étude statistique ne permet pas de dissocier la part revenant au vieillissement des individus, de celle rattachée aux anomalies de cette affection.

Par contre, emphysème et néoplasme bronchique sont fondamentalement opposés dans ce domaine, par les résultats statistiques. Cela n'a rien qui puisse étonner, il est en effet parfaitement concevable, en fonction des données physio-pathologique actuelles, que les lésions broncho-alvéolaires diffuses de l'emphysème et les lésions bronchiques localisées du cancer primitif des bronches, entraînent des modalités différentes, dans les modifications de la C.V. et du Rapport $\frac{V.E.M.S.}{C.V.} \times 100$.

CHAPITRE 6

CONCLUSIONS

La technique spirométrique comporte deux tests élémentaires : la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$. De nombreuses études théoriques et expérimentales ont montré que ces deux épreuves étaient subordonnées à des facteurs physio-pathologiques différents.

Ce travail a pour but :

- 1°) De déterminer la liaison statistique existant chez les individus normaux, entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, c'est-à-dire la corrélation entre les facteurs physiologiques dont ils dépendent.
- 2°) D'établir si les perturbations associées à l'emphysème et au néoplasme bronchique primitif, sont susceptibles de modifier cette corrélation.

L'étude comporte essentiellement la détermination du coefficient de corrélation entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, dans trois groupes homogènes d'hommes adultes, à savoir :

- 1°) 246 sujets normaux.
- 2°) 75 sujets emphyémateux.
- 3°) 71 malades atteints de néoplasme bronchique primitif.

Les résultats obtenus, dans ces trois groupes sont les suivants :

A - CHEZ LES SUJETS NORMAUX

1°) Les valeurs moyennes de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ sont respectivement de 4660 ml et 81,2 %. Par ailleurs, physiologiquement, les deux tests spirométriques varient dans de très larges limites.

2°) Le coefficient de corrélation entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est très largement inférieur à son seuil de signification,

3°) L'absence de corrélation significative chez les individus normaux, entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, confirme que ces deux épreuves sont liées à des facteurs physiologiques distincts, et en particulier que la valeur fonctionnelle des résistances bronchiques et de l'élasticité pulmonaire dont dépend le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, n'est pas sous la dépendance des critères anthropométriques, qui conditionnent la C.V.

B- CHEZ LES SUJETS ATTEINTS D'EMPHYSEME OU DE NEOPLASME BRONCHIQUE

1') Les résultats obtenus chez les sujets emphysémateux correspondent au type spirométrique 3 (réduction simultanée des deux épreuves). Les valeurs moyennes de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ sont respectivement de 2510 ml et de 37,1 %.

2') Les résultats observés chez les malades atteints de néoplasme bronchique primitif, montrent au contraire des différences fondamentales parmi les 71 observations rapportées. En effet, alors que dans 1 cas, les deux tests sont normaux, dans 10 cas, seul le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ est réduit (type spirométrique 2), dans 29 cas, seule la C.V. est amputée (type spirométrique 1) et dans 31 cas les deux épreuves subissent une diminution simultanée (type spirométrique III). De ce fait, l'étude d'ensemble ne met en évidence que de faibles perturbations des deux tests. C'est ainsi que, les valeurs moyennes de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ sont respectivement de 3220 ml et de 67,9 %. Elles correspondent à un type spirométrique 3 comme chez les sujets emphysémateux.

3') Les coefficients de corrélation existant entre la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$, obtenus dans les deux groupes étudiés, sont supérieurs à leur seuil de signification.

La loi d'indépendance physiologique régissant les valeurs de la C.V. et du rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ n'est donc plus valable chez les malades atteints de néoplasme bronchique primitif et surtout, chez ceux ayant un emphysème cliniquement décelable. Les perturbations de la mécanique ventilatoire secondaires à ces deux affections, retentissent donc à la fois sur les possibilités d'extension et de rétraction des alvéoles (C.V.) d'une part, et sur les résistances bronchiques et l'élasticité pulmonaire (rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$) d'autre part.

Toutefois, si ces résultats sont parfaitement valables pour le groupe de sujets emphysémateux, ils n'ont pu être confirmés statistiquement, de façon absolue, pour les malades atteints de néoplasme bronchique primitif chez lesquels il n'est pas possible d'éliminer le fait qu'ils puissent être subordonnés au simple vieillissement des individus.

4') Alors que, la C.V. et le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ diminuent dans des conditions parallèles (coefficient de corrélation positif) dans le groupe de sujets emphysémateux, lorsque la C.V. est amputée, le rapport $\frac{V.E.M.S. \times 100}{C.V.}$ tend à s'élever, et, inversement (coefficient de corrélation négatif), chez les malades atteints de néoplasme bronchique primitif.

Cette différence fondamentale entre les deux affections, est confirmée statistiquement. Elle tient au fait que l'emphysème est essentiellement

lié à une perturbation diffuse, et du parenchyme pulmonaire et de l'arbre bronchique, alors que le néoplasme bronchique primitif, entraîne une sténose bronchique localisée plus ou moins complète.

Ces conclusions apportent une nouvelle confirmation à l'ensemble des résultats antérieurs, qui avaient permis d'accorder une signification physio-pathologique précise aux deux critères spirographiques élémentaires de la ventilation pulmonaire : la CAPACITE VITALE et le RAPPORT $\frac{V.E.M.S. \times 100.}{C.V.}$.

Vu

Le Président :

signé : BAUMANN

Vu

Le Doyen :

signé : BINET

Vu et Permis d'Imprimer

Le Recteur de l'Académie de Paris

signé : JEAN SARRAILH .

B I B L I O G R A P H I E

Mc ADAMS.A.

Bronchiolite obstructive.

Am.J.Méd. 19 1955 pp 314-322.

ANDREWS. A.M.

Obstruction bronchique. Bronchite et bronchiolite.

In Clinical cardio-pulmonary physiology. GORDON et coll.

Grune et Statton ed. New-york - Londres. 1957 pp 253-282.

ANTHONY A.J.

Volumes pulmonaires et distension thoracique.

LEITRAGE KLIN. TUBERK. 91 1938 pp. 222-236.

BAILLET.J. CARLOTTI.J.

Les bronchites chroniques.

Maloine éd. Paris 1955 76 pages.

BALDWIN. E.F. CURNAND .A. RICHARDS. D.W.

Insuffisance pulmonaire.Etude de 122 cas d'emphysème pulmonaire chronique.

Médecine 29 (1949) pp 201 - 237

BALDWIN.E.F. CURNAND.A. RICHARDS.D.W.

Insuffisance pulmonaire. Classification physiologique.

Méthode clinique d'analyse. Valeurs standards chez les sujets normaux.

Médecine 27 1948 pp 243-277.

BRILLE.D. CARA.M.

Evolution de la terminologie utilisée en physiologie respiratoire.

Le Poumon et le Coeur 9 1955 pp 835-842.

BRILLE.D. HATZFELD.C.

Etude fonctionnelle d'une tumeur bronchique. Résultat avant et après exérèse.

Jour. fr. de Méd. et Chir. Thor. 5 1952 pp. 445-450.

BROCARD.H. DRUTEL.P.

Etude de la fonction ventilatoire pulmonaire par la méthode de spiropographique. Technique simplifiée d'examen. Interprétation des résultats.

Annales de Médecine. 56 6 pp. 527-581 (1955).

CARA.M. Bases physiques pour un essai de mécanique ventilatoire, avec application à la kinésithérapie.

Le poumon 5 6 pp 371-428. (Mai, Juin, Juillet 1953)

CARA.M. SADOUL.P.

Essai de séméiologie spiropographique appliquée à la pneumologie.

Le poumon 9 (1953) pp 295-327.

CARA.M.

Variation de la ventilation suivant la posture.

Anesthésie Analgésie 8 1951 pp 508-511.

CARA.M.

Introduction à l'étude de la fonction respiratoire.

Le poumon et le cœur. 9 1955 pp 819-831.

CARA.M.

Sur les coefficients de correction à appliquer aux mesures spiropographiques.

Le Poumon et le Cœur 9 1955 pp 843-864.

CARA.M.

Evolution de la technique spiropographique.

Paris Médical 37 1947 pp 533-540.

CHATONNIER.G.

Etude critique de quelques tests spiropographiques usuels.

Thèse de Paris 1952 61 pages.

COMROE.J.H.

Le Poumon. Physiologie clinique et tests de la fonction pulmonaire.

The year book publishers éd. Chicago 1955. Traduction française, Presses scientifique. Internationales. Paris.

COMROE.J.H.

Tests spécifiques de la fonction pulmonaire.

In Methods in Medical Research Vol2 The Year Book éd. Chicago 1950 pp 206-215.

CHRISTIE.R.V.

Volume pulmonaire et ses subdivisions. Méthode de mesure. Jour. of Clinical Investigation 2 1932 pp 1099- 1118.

DAYMAN.H.G.

Obstruction de l'arbre bronchique. Notions fondamentales. In Clinical cardio-pulmonary physiology. GORDON et coll. Grune et Stratton éd. New-york. Londres 1957 pp 246-252.

DENOLIN M. de COSTER A.

Les méthodes d'investigation de la fonction pulmonaire et leurs applications.

ACTA TUB. BELGICA 4 pp. 245-292 1952.

DRUTEL.P.

Etude physioclinique de l'action des eaux de la Bourboule par la méthode d'exploration de la ventilation pulmonaire.

Thèse de Paris (Imp) 1949. 209 pages.

DRUTEL.P. DECHOUX.J.

Un test spirométrique de la perméabilité bronchique, le rapport de la capacité pulmonaire utilisable à l'effort avec la capacité vitale.

Journal français de Médecine et de Chirurgie thoracique. 6.6 pp 517-542 (1952)

DRUTEL.P.

Phénomènes mécaniques de la respiration.

Enc. Méd. Chir. Tome Anesthésie et Réanimation 36030 C 10

FAVERGNE.J.M. FAUTREL M.

Traitement statistique des données expérimentales.

Journal de Physiologie. 43 (1951) pp. 5-22.

FRY D.L. EBERT.R.V. STEAD. W.W. BROWN.C.C.

Le mécanisme de la ventilation pulmonaire chez les sujets normaux et chez les malades emphysémateux.

Am.J.Med. 16 (1956) pp 80-96.

GAENSLER.E.A.

Physiologie clinique pulmonaire.

Jour.of Med. 252 1955 264-270.

GAENSLER E.A.

Index de rapidité de l'air

AM. REV. of TUBERCULOSIS 62 1950 pp. 17-28

GAENSLER E.A.

Analyse des insuffisances ventilatoires par les mesures de la Capacité Vitale chronométrée.

AM. REV. of TUBERCULOSIS 64 1951 pp. 256-277.

GALLOUEDEC. C.

Evolution des tests spiromographiques dans l'asthme.

Thèse de Paris 1957. 66 pages.

GARBAGNI.R. SADOUL.P.

Etudes de la fonction respiratoire dans le cancer bronchique.

Le poumon et le coeur. 11 9 pp 893-913. (Novembre 1955)

GRAIMPREY.J.

Les valeurs normales en spiromographie.

Revue Méd. Nancy. 79 1954 pp. 648-657.

GRAIMPREY.J.

La ventilation chez l'homme normal. Méthodes d'étude. Résultats.

Thèse de Médecine de Nancy. 1955.117 pages.

GREIFFENSTEIN. F.E. KING. R.M. LATCH. S.S. COMROE. J.H.

L'étude de la fonction pulmonaire chez les hommes et les femmes âgés de 50 ans et plus.

Jour. of Applied physiology 4 1952 pp 641-648.

GRILLIAT.J.P.

L'emphysème bronchique. Etude clinique et physiopathologique. Notions d'emphysème malin.

Thèse de Nancy. (1952) 287 pages.

HANAUT A. RUYSSSEN L. CARA M.

Evolution de la Capacité Vitale et de la ventilation maxima minute sous l'effet de l'âge et de la silicose.

ARCH DES MALADIES PROFESSIONNELLES 13 1952 pp. 264-274.

HATZFELD.C.

Exploration fonctionnelle des poumons. Méthodes pratiques. Résultats. Applications à la tuberculose pulmonaire.

Thèse de Paris 1952 353 pages.

HEAD.J. LINDGREN.I. GAENSLER.E.A.

Les propriétés mécaniques des poumons dans l'emphysème.

Journal of Clinical Investigation 34 1955 pp 1005-1011.

HIRDES J.J. VAN NEEN G.

La forme de la courbe d'expiration dans les conditions normales et pathologiques.

ACAT TUB. SCANDINAVICA 26 1952 pp. 264-278.

HURTADO A. FRAY W.W.

Etudes de la capacité pulmonaire totale et ses subdivisions. Corrélation avec les mesures physiques et radiologiques.

J.of CLIN. INVEST 18 1933 pp. 802-823.

HUTCHINSON. J.

On the Capacity of the lungs and on the respiratory function with the new of establishing précise and easy method of detecting disease by the spirometer.

Lancet 1 (1846) pp 630-632.

KALTREIDER N.L. FRAY W.W. HYDE H.V.Z.

Effet de l'âge sur la capacité pulmonaire et ses subdivisions.

AM. REV. of TUBERCULOSIS 37 1938 pp. 662-688.

KENNEDY M.C.S.

Une mesure pratique de la capacité ventilatoire maximum dans les conditions physiologiques et pathologiques.

THORAX 8 1953 pp. 73-83.

KOURILSKY.R. BRILLE.D. HATZFELD.C. KOURILSKY.S.

LAURENT.R. CHEVREAU.J.

Le rôle de l'atteinte bronchique dans l'emphysème pulmonaire chronique.

La Presse médicale. 64 1956 pp 324-328.

LAFFONT H.

Essai d'exploration de la fonction respiratoire par des tests simples.

Jour. fr. de Méd.et Chir.Thor. 6 1952 pp. 321-366.

LAMOTTE.M.

Initiation aux méthodes statistiques en biologie.

Masson éditeur. 1 volume. 1957. 144 pages

LAURENT .R.

Le rôle de l'atteinte bronchiolaire dans l'emphysème pulmonaire chronique.

Thèse de Paris 1955 103 pages.

LEVINE.E.R. CHI KONG LIU.

Emphysème.

In Clinical cardio-pulmonary Physiology. GORDON et coll.

Grune et Stratton éd. New york-Londres 1957.pp 436-470.

MILLS J.N.

Variations de la capacité vitale chez les sujets normaux.
J.of PHYSIOLOGY 1110 1949 pp. 76-82.

PENTHER.H.

Contribution à l'étude comparative des résultats spiropographiques dans l'emphysème et dans l'asthme.
Thèse de Paris. 1959. 60 pages.

PINELLI A.

Facteurs bronchiques et alvéolaires de la ventilation pulmonaire.
THESE DE PARIS 1947 170 pages.

RAHN H. FENN W.D. OTIS A.B.

Variations de la capacité vitale de l'air résiduel et de la réserve expiratoire.Etude par la mesure de l'air résiduel
J. Of APPLIED PHYSIOLOGY. I 1949 pp. 725-736.

ROSSIER P.H. WIESINGER K.

Fonction pulmonaire et physiopathologie.
REV. de la TUB. 12 1948 pp. 461-482.

RUYSSSEN L.

L'examen de la fonction respiratoire dans la pratique courante de la médecine et de l'expertise.
REV. MED. de NANCY 76 1951 pp. 147-175.

SADOUL P.

Exploration de la fonction pulmonaire dans les pneumoconioses.
XXVII congrès international de Médecine du travail.
Strasbourg 1954. Couenslant éd. 1954 190 pages.

SADOUL P. GRAIMPREY J.

Intérêt des tests ventilatoires simples dans le diagnostic de l'emphysème pulmonaire.
Jour. fr. de Med. et Chir.Thor. 9 1956 pp 163-167.

SADOUL P. GUILLET G.

Le dépistage des simulateurs par l'exploration fonctionnelle.
REV. MED. de NANCY 76 1951 pp. 124-136.

SIMONIN.P. et coll.

Etude spirographique de l'emphysème bronchique.
La semaine des Hopitaux de Paris. 30 1954 pp 367-368.

SIMONIN P. et coll.

Place de la spirographie dans l'étude de la fonction
ventilatoire pulmonaire.
SEMAINE DES HOP. de PARIS 30 1954 pp. 351-362.

STROHL A.

Etude comparative des divers procédés d'exploration de la
capacité respiratoire.
J. de PHYSIOLOGIE ET PATHOLOGIE GENERALE. 18 1919 pp. 258-275.

TIFFENEAU.R. et PINELLI. A.

Régulation bronchique de la ventilation pulmonaire.
Journal française de Médecine et de Chirurgie. 2 3 pp
221-244. (1948)

TIFFENEAU.R. BOUSSER.J. DRUTEL.P.

Capacité vitale et capacité pulmonaire utilisable à l'ef-
fort, critères statiques et dynamiques de la ventilation
pulmonaire.
Paris Médical. 39 45 pp 543-547 (3 Décembre 1949)

TIFFENEAU.R. DRUTEL.P.

Etude des facteurs alvéolaires et bronchiques de la venti-
lation pulmonaire.
Journal de Médecine et de Chirurgie thoracique.
3 5 pp 401 431 (1949)
5 3 pp 209-232 (1951)
5 4 pp 316-334 (1951)

TIFFENEAU.R. DRUTEL.P.

L'épreuve du cycle respiratoire maximum pour l'étude de la ventilation pulmonaire.

Presse Méd. 60 1952 pp 640-643.

TIFFENEAU.R. DRUTEL.P.

Acquisitions nouvelles concernant l'emphysème pulmonaire. La semaine des Hopitaux. 26 76 pp 3965-3977. (14 Octobre 1950.)

TIFFENEAU R.

Examen fonctionnel de l'asthmatique. Dédutions diagnostiques, pronostiques, et thérapeutiques.

MASSON Ed. Paris 1957 245 pages.

TIFFENEAU R. SCHREINER J.Z.

Emphysème pulmonaire d'origine bronchique. Etude physiopathologique.

LE POUMON 2 1946 pp. 375-384.

TIFFENEAU R. PINELLI A.

Air circulant et air captif dans l'exploration de la fonction ventilatoire pulmonaire.

PARIS MEDICAL 37 1947 pp. 624-628.

VAN NEEN G.

Des réserves respiratoires dans les conditions normales et pathologiques et de l'efficacité de la ventilation et de la circulation pulmonaire.

LE POUMON 8 1952 pp. 51-77.

VAN NEEN G. HIRDES jj.

Investigations spirométriques de la fonction pulmonaire. La corrélation entre la grandeur de l'air résiduel et la partie utilisable de la capacité vitale.

ACTA TUB. SCANDINAVICA. 26 1952 pp. 279-288.

WEST J.R. BALDWIN E.F. CURNAND A. RICHARDS D.W.

Aspect physio-pathologique de l'emphysème pulmonaire chronique.

Am.J. of Méd. 10 1951 pp 481-496.

WHITFIELD A.G.W. WATERHOUSE J.A.H. ARNOTT W.M.

Le volume pulmonaire total et ses subdivisions. Une étude dans les conditions physiologiques basales.

BRIT. J. of SOC. MED. 4 1950 pp. 1-25.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Aubin (A.), Bénard (H), Brocq (P), Bulliard (H), Cadenat (F), Chabrol (E), Champy (C), Chevallier (P), Debré (R), Donzelot (E), Gastinel (P), Guillain (G), Halphen (E), Harvier (P), Hazard (R), Heuyer (G), Lantuejoul (P), Laroche (G), Laubry (C), Lévy Solal (E), Lhermitte (J), Lian (C), Loeper (M), Marion (G), Mathieu (P), Mocquot (P), Mondor (H), Monod (R), Moreau (R), Mulon (P), Olivier (E), Richet (C), Strohl (A), Tanon (L), Velter (E).

DOYEN

Léon BINET *Membre de l'Institut*

ASSESEUR

Jean VERNE

1 PROFESSEURS

Anatomie Anatomie (Chaire à titre personnel) Anatomie pathologique Anesthésiologie Bactériologie Biochimie médicale Biologie appliquée à l'éducation physique et aux sports Biologie médicale Cancérologie médicale et sociale Clinique carcinologique (Inst.G.Roussy) Clinique cardiologique (Broussais) Cliniques Chirurgicales Clinique chirurgie infantile Orthopédique Enfants Malades; Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice (Cochin) Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais) Clinique endocrinologique (Pitié) Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec) Clinique génétique médicale (Enfants Malades) Clinique gynécologique (Broca) Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (St Louis) Clinique des maladies des enfants (Enfants Malades) Clinique des maladies infectieuses (Clande Bernard) Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Ste Anne) Clinique des maladies métaboliques (Necker) Clinique des maladies du sang (Broussais) Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière) Cliniques médicales Clinique médicale d'hydrologie thérapeutique climatologique (Bichat) Clinique médicale propédeutique Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies Clinique de neuro-chirurgie (Pitié) Cliniques obstétricales Clinique ophtalmologique (Hôtel Dieu) Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière) Clinique de pédiatrie Sociale Enfants Malades) Clinique de pneumophtisiologie (Laennec) Clinique psychiatrique infantile (Salpêtrière) Clinique de puericulture (St Vincent de Paul) Clinique de rhumatologie médicale et Sociale (Cochin) Clinique stomatologique (Pitié) Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard) Clinique thérapeutique médicale (St-Antoine) Clinique urologique (Cochin) Electrophysiologie médicale (Chaire à titre personnel) Embryologie Histoire de la Médecine et de la Chirurgie Histologie Hygiène des collectivités (Chaire à titre personnel)	MM CORDIER (G) DELMAS (A) DELARUE (J) BAUMANN (J) FASQUELLE (R) JAYLE (M F) CAILLE Y BERT (P) FAUVERT (R) BERNARD (J) REDON (H) MOUQUIN (M) SICARD (A) QUENU (J) MENEGAUX (G) GOSSET (J) MOULONGUET (P) FEVRE (M) MERLE D'AUBIGNE (R) GAUDART-D. ALLAINES (F de l) DECOURT (J) MATHEY (J) LAMY (M) FUNCK BRENTANO (P) DEGOS (R) CATHALA (J) MOLLARET (P) DELAY (J) HAMBURGER (J) MARCHEL (G) ALAJOUANINE (T) GENNES (L de l) JUSTIN BESANCON (L) BARIETY (M) SOULIE (P) DREYFUS (G) KOURILSKY (R) DEBRAY (C) PASTEUR VALLERY-RADOT (L) de la nutrition (Hôte Dieu) Baudelocque Port Royal Tarnier DEROT (M) PETIT-DUTAILLIS (D) LACOMME (M) N VARENGOT (J) RENAUD (G) AUBRY (M) MARIE (J) BERNARD (E) MICHAX (L) LELONG (M) COSTE (F) DECHAUME (M) SENEQUE (J) LEMAIRE (A) FEY (B) DJOURNO (A) GIROUD (A) N VERNE (J) DEPARIS (M)
--	--

Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)
 Hygiène et médecine préventive
 Médecine du travail
 Médecine légale
 Parasithologie
 Pathologie chirurgicale
 Pathologie exotique
 Pathologie expérimentale et comparée
 Pathologie humorale immunologie expérimentale (chaire titre person.)
 Pathologie médicale
 Pathologie et thérapeutique générales
 Pharmacologie et matière médicale
 Physiologie
 Physiologie (chaire à titre personnel)
 Physique médicale
 Radiologie médicale
 Technique chirurgicale
 Thérapeutique

MM.
 TURPIN (R)
 JOANNON (P)
 DESOILLE (H)
 PIEDELIEVRE (R)
 GALLIARD (H)
 COUVELAIRE (R)
 LAVIER (G)
 LENEGRE (J)
 MERKLEN (F)
 N
 GARCIN (R)
 CHEYMOL (J)
 BINET (L)
 BARGETON (D)
 DOGNON (A)
 DESGREZ (H)
 PATEL (J)
 DROUET (G)

2 - PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGREGES ET MAITRES DE CONFERENCES - AGREGES

	MM.		MM.
Anatomie	CABROL (C) COUINAUD (C) OLIVIER (G) GAUTHIER VILLARSM (P)	Orthopédie	JUDET (R) RAMADIER (J)
Anatomie pathologique	pr.s.ch. BUSSER (F) GOUYGOU (Ch) ORSEL (L) PAILLAS (J) VOURC'H (G)	Oto-rhino-Laryngologie	DEBAIN (J) BRUMPT (L) pr.s. CHABAUD (A)
Anesthésiologie		Parasitologie	
Bactériologie	NEVOT (A) BARBLER (P) CHRISTOL (D) TOURNIER (P)		BARCAT (J) BINET GAUCHOIX (J) CHATELIN (C L) DUBOST (Ch) DUBOST (Cl) FAUREL (J) FLABEAU (F) GERMAIN (A) LAURENCE (G) agr.p. LORTAT-JACOB (J L) LOYGUE (J) MERCADIER PERROTIN (J) ROBERT (H) THOMERET (G)
Biochimie médicale	DESGREZ (P) pr.s.Ch POLONOSKI (J) m.conf. SCHAPIRA (G) m.conf.	Pathologie chirurgicale	
Biologie médicale	BOURLIERE (F) M.conf.		
Carcinologie	DENOIX (P) MATHE (G)		
Dermato-syphiligraphie	DUPERRAT (B)	Pathologie exotique	SCHNEIDER (J)
Electro-radiologie	LEDOUX-LEBARD (G) TUCHMANN-DUPLESSIS (H)		CROSNIER (J) HARTMANN (L) LEOPER (J) MAURICE (J) PLAS (F) RICHEL (G)
Embryologie		Pathologie expérimentale	
Hématologie	BILSKI PASQUIER (G) DAUSSET (J) GOUJARD (R) pr.s.ch		AUSSANNAIRE (M) BOUR (H) BOUVIER (J) BOUVRAIN (Y) BRICAIRE (H) BRISSAUD (H) BROCARD (H) BUGE (A) CASTAIGNE (P) m.co CATINAT (J) CONTAMIN (F) COURY (C) FRESAL (J) HOUSSET (E) LAROCHÉ (Cl) LESOBRE (R) MACREZ (C) NICK (J) PEQUIGNOT (H) m.co ROYER (P) WOLFROMM (R)
Histologie	MAROIS (M) RACADOT (J)		
Hydrologie	CORNET (A)		
Hygiène	BOYER (J) pr.s.ch CORRE HUST Mme L		
Maladies infectieuses	BASTIN (R) DUPONT (V) DEROBERT (L) pr.s.ch	Pathologie médicale	
Médecine légale	HADENGUE (A) FOURNIER (E) GUENIOT (M)		
Médecine du travail	ALBAHARY (C)		
Neurologie	LHERMITTE (F)		
Neuro-chirurgie	DAVID (M) GRANJON (A) HERVET (E) LE LORIER (G) MORIN (P) MUSSET (R) ROBEY (M) THOYER-ROZAT (J)		
Obstétrique			
Ophthalmologie	BREGFAT (P) SARAUX (H)		

Pédiatrie-Puériculture	MM. JOSEPH (R) MANDE (R) MOZZICONACCI (P) POLONOVSKI (C) ROSSIER (A) LEVY (Mlle J) pr.s.ch. BOISSIER (J) LECHAT (P) PARROT (J) pr.s.ch. DEJOURS (P)	Pneumo phthisiologie Psychiatrie Psychiatrie infantile Rhumatologie Stomatologie Thérapeutique Urologie	MM. KREIS (B) PICHOT (P) DUCHE (D) DELBARRE (F) CERNEA (P) CHAPUT (Mme. A.M.c.agr) GRELLIET (M) CHASSAGNE (P) LAMOTTE (M) QUENU (L)
Pharmacologie			
Physiologie			
Physique médicale	GOUGEROT (L) m.conf.		

III - PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

Clinique Chirurgicale	MM. ABOULKER (P) AMELINE (A) HUGUIER (J) LEGER (L) OLIVIER (C) PAIOVANI (P) POILLEUX (F) ROUX (M) VERNE (J.M) HAGUENEAU (J) pr.s.ch. BOUDIN (G) CONTE (M) DOMART (A) MILLIEZ (P) PERRAULT (M) RAMBERT (P) THIEFFRY (S) TURLAF (J)	Clinique neuro-rhumatologique SEZE (S.de) Cliniqueobstétricale Clinique ophtalmologique Clinique oto-rhino-laryngologique Clinique pédiatrique et puériculture Clinique psychiatrique Clinique urologique	MM. GRASSET (J) LEPAGE (F) MAYER (M) MERGER (R) RAVINA (J) DESVIGNES (P) OFFRET (G) MADURO (R) LAPLANE (R) BARUK (H) KUSS (R)
Clinique médicale			

IV - PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie	HAUDUROY (P) pr.s.ch.
Biochimie médicale	ETTORI (J) pr.à t.pers.
Pathologie Chirurgicale	RUDLER (J) pr.s.ch.
Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J)
Secrétaires	Mme. BEURLAND (H) Mlle. CHAINTREULL (G) Mlle. HURE (A).
Conservateur, chargé de la direction de la bibliothèque	M.le Docteur HAHN (A)
Conservateur	Miles. DUMAITRE (P), GOICHON (A-M)
Bibliothécaires	Mme. CONTET (J), Miles. LAURENT (H) LE NOIR (G) QUIEVREUX (E)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'école a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

ATTENTION

Ne pas omettre dans chaque exemplaire de thèse l'impression, après les conclusions, du permis d'imprimer. Le dépôt des 105 exemplaires (formats in-8° imprimé ou in-4° dactylographié) est effectué à la bibliothèque, qui en délivre reçu autorisant la consignation pour l'examen.

Les thèses, exceptionnellement dactylographiées en 6 exemplaires (dépôt provisoire sous réserve de l'impression ultérieure avant remise du diplôme de doctorat), ou en 105 exemplaires (dépôt définitif, doivent être de format in-4°, agrafées, recouvertes d'une chemise et comporter le même présentation. (Circulaires ministérielles du 5-1-1943 et du 23-7-1952).

Les exemplaires non conformes ne seront pas admis au dépôt

